

13.11.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 1 月 2 2 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 3 9 1 0 9  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 2 - 3 3 9 1 0 9 ]

出 願 人  
Applicant(s): ソニー株式会社

RECEIVED	
09 JAN 2004	
WIPO	PCT

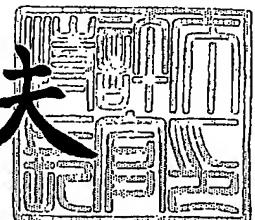
PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 3 年 1 2 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290660808

【提出日】 平成14年11月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/17

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
                                内

    【氏名】 田中 正信

【特許出願人】

    【識別番号】 000002185

    【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100110434

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 佐藤 勝

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 076186

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0011610

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電気化学表示装置および駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、

前記画素回路が金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する時間を制御して階調表示を行うことを特徴とする電気化学表示装置。

【請求項 2】 前記析出電圧は各画素において一定であることを特徴とする請求項 1 記載の電気化学表示装置。

【請求項 3】 前記析出電圧により前記画素に流れる電流密度が、一定値以下であることを特徴とする請求項 1 記載の電気化学表示装置。

【請求項 4】 前記析出電圧により前記画素に流れる電流密度が、 $50\text{ mA/cm}^2$  以下であることを特徴とする請求項 1 記載の電気化学表示装置。

【請求項 5】 前記析出電圧を印加する時間の制御は、電圧を印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、前記各サブフィールドにおいて前記析出電圧を印加するか否かを選択するものであることを特徴とする請求項 1 記載の電気化学表示装置。

【請求項 6】 基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、

前記画素回路が金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する際に、前記析出電圧を多段階に変化させることを特徴とする電気化学表示装置。

【請求項 7】 前記画素電極に前記析出電圧を印加する時間を制御することを特徴とする請求項 6 記載の電気化学表示装置。

【請求項 8】 前記析出電圧の多段階変化は、

前記画素に流れる電流密度が一定値以上となる強調パルス電圧を印加した後に

前記画素に流れる電流密度が一定値以下となる書込電圧を印加するものであることを特徴とする請求項 6 記載の電気化学表示装置。

【請求項 9】 前記画素電極に印加する前記析出電圧の多段階変化は、

前記画素に流れる電流密度が  $50 \text{ mA/cm}^2$  以上となる強調パルス電圧を印加した後に、

前記画素に流れる電流密度が  $50 \text{ mA/cm}^2$  以下となる書込電圧を印加するものであることを特徴とする請求項 6 記載の電気化学表示装置。

【請求項 10】 基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、

前記画素回路が金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、前記各サブフィールド期間中に電圧を印加するか否かを選択することで、前記画素電極に前記析出電圧を印加する時間を制御することを特徴とする電気化学表示装置。

【請求項 11】 前記各サブフィールドの持続期間がそれぞれ異なる時間であることを特徴とする請求項 10 記載の電気化学表示装置。

【請求項 12】 前記各サブフィールドの持続期間は、各サブフィールドの時間長の比率をおよそ 2 の  $n$  乗（ $n$  は自然数）としたものであることを特徴とする請求項 10 記載の電気化学表示装置。

【請求項 13】 前記サブフィールドの後に、全ての画素での金属の析出を停止する書込み停止期間を設けることを特徴とする請求項 10 記載の電気化学表示装置。

【請求項 14】 基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、

前記画素回路が、金属の析出を行う画素を決定する選択トランジスタと、

前記画素電極に対して電圧の印加をする駆動トランジスタと、  
前記駆動トランジスタのゲート電極に印加される電圧を保持する電圧保持容量とを有することを特徴とする電気化学表示装置。

【請求項 15】 基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、

前記画素回路が第一のトランジスタと、第二のトランジスタと、キャパシタとを有して、共通配線と接地配線とに接続され、

前記第一のトランジスタのソース・ドレイン電極の一方が前記信号配線に接続され、

前記第一のトランジスタのゲート電極が前記走査配線に接続され、

前記第一のトランジスタのソース・ドレイン電極の他方が前記第二のトランジスタのゲート電極および前記キャパシタの一方の電極に接続され、

前記キャパシタの他方の電極が前記接地配線に接続され、

前記第二のトランジスタのソース・ドレイン電極の一方が前記画素電極に接続され、

前記第二のトランジスタのソース・ドレイン電極の他方が前記共通配線に接続されることを特徴とする電気化学表示装置。

【請求項 16】 各画素において画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する際に、

金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する時間を制御して階調表示を行うことを特徴とする電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 17】 前記析出電圧は各画素において一定であることを特徴とする請求項 16 記載の電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 18】 前記析出電圧により前記画素に流れる電流密度が、一定値以下であることを特徴とする請求項 16 記載の電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 19】 前記析出電圧により前記画素に流れる電流密度が、 $50 \text{ mA/cm}^2$  以下であることを特徴とする請求項 16 記載の電気化学表示装置の駆動方

法。

【請求項 20】 前記析出電圧を加える時間の制御は、電圧を印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、前記各サブフィールドにおいて前記析出電圧を印加するか否かを選択するものであることを特徴とする請求項 16 記載の電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 21】 各画素において画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する際に、

前記画素電極に印加する金属を析出させるための析出電圧を多段階に変化させることを特徴とする電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 22】 前記析出電圧を加える時間を制御することを特徴とする請求項 21 記載の電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 23】 前記析出電圧の多段階変化は、

前記画素に流れる電流密度が一定値以上となる強調パルス電圧を印加した後に、

前記画素に流れる電流密度が一定値以下となる書込電圧を印加するものであることを特徴とする請求項 21 記載の電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 24】 前記析出電圧の多段階変化は、

前記画素に流れる電流密度が  $50 \text{ mA/cm}^2$  以上となる強調パルス電圧を印加した後に、

前記画素に流れる電流密度が  $50 \text{ mA/cm}^2$  以下となる書込電圧を印加するものであることを特徴とする請求項 21 記載の電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 25】 各画素において画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する際に、

金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、前記各サブフィールド期間中に電圧を印加するか否かを選択することで、前記画素電極に前記析出電圧を印加する時間を制御することを特徴とする電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 26】 前記各サブフィールドの持続期間がそれぞれ異なる時間であることを特徴とする請求項 25 記載の電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 27】 前記各サブフィールドの持続期間は、各サブフィールドの時間長の比率をおよそ 2 の  $n$  乗 ( $n$  は自然数) としたものであることを特徴とする請求項 25 記載の電気化学表示装置の駆動方法。

【請求項 28】 前記サブフィールドの後に、全ての画素での金属の析出を停止する書込み停止期間を設けることを特徴とする請求項 25 記載の電気化学表示装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画素電極に電圧を印加し、金属を析出および溶解させて画像を表示する電気化学表示装置およびその駆動方法に関し、いわゆる電子ペーパーに適した電気化学表示装置およびその駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、ネットワークの普及に伴い、これまで印刷物の形態で配布されていた文書類が、いわゆる電子書類の形態で配信されるようになってきている。さらに、書籍や雑誌なども、いわゆる電子出版の形で提供される場合が多くなりつつある。これらの情報を閲覧するために、従来、コンピュータの CRT (cathode ray tube) や液晶ディスプレイから読み取ることが広く行われている。

【0003】

しかしながら、上記 CRT のような発光型のディスプレイでは、人間工学的理由から疲労が著しく、長時間の読書などには耐えられないことが指摘されている。また、液晶ディスプレイのようなバックライト型のディスプレイであっても、蛍光管特有のちらつきから、同様に読書には向かないとされている。さらに、いずれも読む場所がコンピュータの設置場所に限られるという難点がある。

【0004】

近年、バックライトを使用しない反射型液晶ディスプレイも実用になっているが、液晶の無表示（白色表示）における反射率は 30～40% であり、これは紙

への印刷物の反射率（OA用紙及び文庫本の反射率75%、新聞紙の反射率52%）に比べて著しく視認性が悪い。また、反射板によるぎらつきなどから疲労が生じやすく、これも長時間の読書に耐え得るものではない。

#### 【0005】

そこで、これらの問題点を解決するために、いわゆるペーパーライクディスプレイ、あるいは電子ペーパーと呼ばれるものが開発されつつある。これらは主に電気泳動法により着色粒子を電極間で移動させるか、二色性を有する粒子を電場で回転させることにより着色させている。しかしながら、これらの方法では、粒子間の隙間が光を吸収し、その結果としてコントラストが悪くなり、また、駆動する電圧を100V以上にしなければ実用上の書き込み速度（1秒以内）が得られないという難点がある。

#### 【0006】

これらの表示方式のディスプレイに対して、電気化学的な作用に基づき発色を行う電気化学表示素子（エレクトロクロミックディスプレイ：ECD）は、コントラストの高さという点で上記方式のディスプレイに比べて優れており、例えば調光ガラスや時計用のディスプレイとして既に実用化されている。ただし、調光ガラスや時計用ディスプレイは、そもそもマトリクス駆動の必要が無いことから、そのままでは電子ペーパーのようなディスプレイ用途には適さない。また、一般的に黒色の品位に劣り、反射率も低いレベルに止まっている。

#### 【0007】

また、電子ペーパーのようなディスプレイにおいては、その用途上、太陽光や室内光に晒され続けることになるが、上記調光ガラスや時計用ディスプレイにおいて実用化されているような電気化学表示素子では、黒色の部分を形成するために有機材料が使用されており、耐光性の点で問題が生ずる。一般に、有機材料は耐光性に乏しく、長時間使用した場合には褪色して黒色濃度が低下する。

#### 【0008】

このような技術的な課題を解決するために、色の変化を行う材料として金属イオンを用いた電気化学表示素子およびこれを用いた電気化学表示装置が提案されている。この電気化学表示装置では、高分子電解質層に金属イオンを溶解させて



おき、電気化学的な酸化・還元により金属を析出・溶解させ、これに伴う色の変化を利用して表示を行う。ここで、例えば高分子電解質層に着色材を含有させておけば、色の変化が生じた場合のコントラストを高くすることができる。

#### 【0 0 0 9】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した電気化学表示素子を用いた表示装置においては、表示内容を一度表示した後は表示内容の書き換えを頻繁には行わず、表示内容を一定時間保持するという使用方法が取られる。金属の析出・溶解によって反射率を変化させて画素における表示と非表示を切り替える電気化学表示装置においては、表示後の時間経過に伴って析出していた金属が溶解して、表示濃度が経時的に変化してしまい、特に多段階の階調表示を行う場合に表示内容の変化や視認性の低下などを引き起こしてしまうため、表示特性が劣化するという問題があった。

#### 【0 0 1 0】

したがって本願発明は、経時変化による表示濃度の劣化を抑制し、優れた表示特性を実現することが可能な電気化学表示装置およびその駆動方法を提供することを課題とする。

#### 【0 0 1 1】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本願発明の電気化学表示装置は、基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、前記画素回路が金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する時間を制御して階調表示を行うことを特徴とする。

#### 【0 0 1 2】

金属を析出させるための析出電圧を画素電極に印加する時間を制御することによって、画素に析出する金属の量を制御して反射率を変化させて、電気化学表示装置で階調表示を行うことができる。

#### 【0 0 1 3】

このとき画素電極に印加する析出電圧を一定として、画素に流れる電流密度が一定値以下となるように金属の析出を行うことで、析出した金属が溶解して表示濃度が経時変化してしまうことを防止することが可能となる。また、画素に流れる電流密度は、 $50\text{ mA/cm}^2$  以下であることが望ましい。書込電圧を加える時間の制御は、電圧を印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、各サブフィールドにおいて析出電圧を印加するか否かを選択することでも実現される。

#### 【0014】

また、上記課題を解決するために本願発明の電気化学表示装置は、基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、前記画素回路が金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する際に、前記析出電圧を多段階に変化させることを特徴とする。

#### 【0015】

金属を析出させるための析出電圧を多段階に変化させることにより、単位時間当たりに析出する金属の量を多段階に変化させることができ、所定の金属量を画素に析出させるための時間を変化させることが出来る。

#### 【0016】

このとき、画素に流れる電流密度が一定値以上となる強調パルス電圧を印加した後に、電流密度が一定値以下となる書込電圧を印加することで、画素の表示が目的の反射率になるまでの時間を短縮することが可能となる。また、このとき画素に流れる電流密度を  $50\text{ mA/cm}^2$  以上から  $50\text{ mA/cm}^2$  以下と変化させることで、析出した金属が溶解することを効果的に抑制することが出来るため、反射率の経時変化を低減して良好なコントラストを維持することが可能となる。

#### 【0017】

また、画素電極に析出電圧を加える時間を制御することによって、画素に析出する金属の量を制御して反射率を変化させて、電気化学表示装置で階調表示を行

うことができる。

#### 【0018】

また、上記課題を解決するために本願発明の電気化学表示装置は、基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、前記画素回路が金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、前記各サブフィールド期間中に電圧を印加するか否かを選択することで、前記画素電極に前記析出電圧を印加する時間を制御することを特徴とする。

#### 【0019】

画素での黒表示濃度である反射率は、画素中に析出した金属量に依存するため、画素電極に電圧を加える時間を複数に分割したサブフィールドを適宜選択して組み合わせることで、画素電極に析出電圧を印加する時間を制御し、多段階の階調表示をすることができる。

#### 【0020】

また、画素電極に電圧を加える時間を複数に分割したサブフィールドを、各サブフィールドの持続期間がそれぞれ異なる時間とし、各サブフィールドの時間長の比率をおよそ2の $n$ 乗（ $n$ は自然数）としたものとするすることで、電圧印加時間を $n$ 個のサブフィールドに分割することで $2^n$ 段階の階調表示を行うことが出来るようになる。これにより、全てのサブフィールドで印加される電圧を一定値として、電圧を供給するデータドライバを多値の出力を必要としないON/OFFの2値とすることができ、回路規模を小さくしてモジュールの低価格化を図ることが出来る。

#### 【0021】

また、サブフィールドの後に全ての画素での金属の析出を停止する書込み停止期間を設けることで、サブフィールドごとに析出する金属量を限定することが出来るため、サブフィールドを選択して組み合わせた際の金属の析出量を制御することができ、良好な表示特性を得ることが出来る。

## 【0022】

また、上記課題を解決するために本願発明の電気化学表示装置は、基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、前記画素回路が、金属の析出を行う画素を決定する選択トランジスタと、前記画素電極に対して電圧の印加をする駆動トランジスタと、前記駆動トランジスタのゲート電極に印加される電圧を保持する電圧保持容量とを有することを特徴とする。

## 【0023】

また、上記課題を解決するために本願発明の電気化学表示装置は、基板上に複数の信号配線と複数の走査配線とが行方向と列方向に配されると共に、前記信号配線と前記走査配線との交差部に画素回路が形成され、前記画素回路が各画素の表示領域に配された画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する電気化学表示装置であって、前記画素回路が第一のトランジスタと、第二のトランジスタと、キャパシタとを有して、共通配線と接地配線とに接続され、前記第一のトランジスタのソース・ドレイン電極の一方が前記信号配線に接続され、前記第一のトランジスタのゲート電極が前記走査配線に接続され、前記第一のトランジスタのソース・ドレイン電極の他方が前記第二のトランジスタのゲート電極および前記キャパシタの一方の電極に接続され、前記キャパシタの他方の電極が前記接地配線に接続され、前記第二のトランジスタのソース・ドレイン電極の一方が前記画素電極に接続され、前記第二のトランジスタのソース・ドレイン電極の他方が前記共通配線に接続されることを特徴とする。

## 【0024】

また、上記課題を解決するために本願発明の電気化学表示装置の駆動方法は、各画素において画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する際に、金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する時間を制御して階調表示を行うことを特徴とする。

## 【0025】

金属を析出させるための析出電圧を画素電極に印加する時間を制御することによって、画素に析出する金属の量を制御して反射率を変化させて、電気化学表示装置で階調表示を行うことができる。

#### 【0026】

このとき画素電極に印加する析出電圧を一定として、画素に流れる電流密度が一定値以下となるように金属の析出を行うことで、析出した金属が溶解して表示濃度が経時変化してしまうことを防止することが可能となる。また、画素に流れる電流密度は、 $50\text{ mA/cm}^2$  以下であることが望ましい。書込電圧を加える時間の制御は、電圧を印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、各サブフィールドにおいて析出電圧を印加するか否かを選択することでも実現される。

#### 【0027】

また、上記課題を解決するために本願発明の電気化学表示装置の駆動方法は、各画素において画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する際に、前記画素電極に印加する金属を析出させるための析出電圧を多段階に変化させることを特徴とする。

#### 【0028】

金属を析出させるための析出電圧を多段階に変化させることにより、単位時間当たりに析出する金属の量を多段階に変化させることができ、所定の金属量を画素に析出させるための時間を変化させることが出来る。

#### 【0029】

このとき、画素に流れる電流密度が一定値以上となる強調パルス電圧を印加した後に、電流密度が一定値以下となる書込電圧を印加することで、画素の表示が目的の反射率になるまでの時間を短縮することが可能となる。また、このとき画素に流れる電流密度を  $50\text{ mA/cm}^2$  以上から  $50\text{ mA/cm}^2$  以下と変化させることで、析出した金属が溶解することを効果的に抑制することが出来るため、反射率の経時変化を低減して良好なコントラストを維持することが可能となる。

#### 【0030】

また、画素電極に析出電圧を加える時間を制御することによって、画素に析出

する金属の量を制御して反射率を変化させて、電気化学表示装置で階調表示を行うことができる。

#### 【0031】

また、上記課題を解決するために本願発明の電気化学表示装置の駆動方法は、各画素において画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示する際に、金属を析出させるための析出電圧を前記画素電極に印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、前記各サブフィールド期間中に電圧を印加するか否かを選択することで、前記画素電極に前記析出電圧を印加する時間を制御することを特徴とする。

#### 【0032】

画素での黒表示濃度である反射率は、画素中に析出した金属量に依存するため、画素電極に電圧を加える時間を複数の分割したサブフィールドを適宜選択して組み合わせることで、画素電極に析出電圧を印加する時間を制御し、多段階の階調表示をすることができる。

#### 【0033】

また、画素電極に電圧を加える時間を複数の分割したサブフィールドを、各サブフィールドの持続期間がそれぞれ異なる時間とし、各サブフィールドの時間長の比率をおよそ2の $n$ 乗（ $n$ は自然数）としたものとするすることで、電圧印加時間を $n$ 個のサブフィールドに分割することで $2^n$ 段階の階調表示を行うことができるようになる。これにより、全てのサブフィールドで印加される電圧を一定値として、電圧を供給するデータドライバを多値の出力を必要としないON/OFFの2値とすることができ、回路規模を小さくしてモジュールの低価格化を図ることができる。

#### 【0034】

また、サブフィールドの後に全ての画素での金属の析出を停止する書込み停止期間を設けることで、サブフィールドごとに析出する金属量を限定することが出来るため、サブフィールドを選択して組み合わせた際の金属の析出量を制御することができ、良好な表示特性を得ることが出来る。

#### 【0035】

**【発明の実施の形態】****[第一の実施の形態]**

以下、本願発明を適用した電気化学表示装置および電気化学表示装置の駆動方法について、第一の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。なお本願発明は、以下の記述に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

**【0036】**

本例の表示装置は、電気析出特性を利用して金属の析出、溶解により表示が行われる電気化学表示装置 (Electro Deposition Display: EDD) であり、アクティブマトリクス駆動方式により駆動されるものである。図1は本願発明の電気化学表示装置の構造を模式的に示す図であり、背面基板1上にデータ配線2とゲート走査配線3と共通配線4とGND配線5とが配線され、各電極の交差部には画素回路6が形成されている。データ配線2とゲート走査配線3とは互いに直交して行方向と列方向に配置されており、データ配線2とゲート走査配線3との交差部には、画素回路6と接続された画素電極9が形成されて画素が形成されている。データ配線2とゲート走査配線3と共通配線4とGND配線5は、それぞれ別の電位によって画素回路6を駆動する電極群であるので、互いに接触することがないように図示しない絶縁膜により隔てられている。

**【0037】**

各電極群および画素電極9上には高分子電解質層7が積層して配され、高分子電解質層7上には透明電極8が積層して配置されている。したがって、高分子電解質層7は背面基板1上に形成された画素電極9と透明電極8とによって挟持され、透明電極8と画素電極9との間に印加された電圧により、高分子電解質層7中で金属の析出および溶解が行われて画像表示を行う。

**【0038】**

高分子電解質層7に用いるマトリクス (母材) 用高分子としては、骨格ユニットがそれぞれ  $-(C-C-O)_n-$ 、 $-(C-C-N)_n-$ 、 $-(C-C-S)_n-$  で表されるポリエチレンオキサイド、ポリエチレンイミン、ポリエチレンス

ルフィドが挙げられる。これらを主鎖構造として、枝分があってもよい。また、ポリメチルメタクリレート、ポリフッ化ビニリデン、ポリビニリデンクロライド、ポリカーボネート等も好ましい。

#### 【0039】

高分子電解質層 7 を形成する際には、前記マトリクス高分子に所要の可塑剤を加えるのが好ましい。好ましい可塑剤としては、マトリクス高分子が親水性の場合には、水、エチルアルコール、イソプロピルアルコールおよびこれらの混合物等が好ましく、疎水性の場合にはプロピレンカーボネート、ジメチルカーボネート、エチレンカーボネート、γ-ブチロラクトン、アセトニトリル、スルフォラン、ジメトキシエタン、エチルアルコール、イソプロピルアルコール、ジメチルフォルムアミド、ジメチルスルフォキシド、ジメチルアセトアミド、n-メチルピロリドンおよびこれらの混合物等が好ましい。

#### 【0040】

高分子電解質層 7 は、前記マトリクス用高分子に電解質を溶解せしめて形成されるが、電解質としては、表示のための発色材料として機能する金属塩の他、四級アンモニウムハライド (F, Cl, Br, I) やアルカリ金属ハライド (LiCl, LiBr, LiI, NaCl, NaBr, NaI 等)、シアン化アルカリ金属塩、チオシアン化アルカリ金属塩等を挙げることができ、これらから選ばれた少なくとも 1 種類の支持電解質を含有したものを電解質として溶解せしめる。ここで、表示のための発色材料として機能する金属塩を構成する金属イオンとしては、ビスマス、銅、銀、リチウム、鉄、クロム、ニッケル、カドミウム等を挙げることができ、これらを単独、若しくは組み合わせて用いる。金属塩としては、これら金属の任意の塩を用いればよく、銀塩を例にすれば、硝酸銀、ホウフッ化銀、ハロゲン化銀、過塩素酸銀、シアン化銀、チオシアン化銀等を挙げることができる。

#### 【0041】

また、高分子電解質層 7 は、コントラストを向上させるために、着色材を添加してもよい。金属の析出による着色が黒色の場合には、背景色としては白色とすることが好ましく、白色の隠蔽性の高い材料を着色材として導入することが好ま



しい。このような材料としては、着色用の白色粒子を用いることができ、着色用の白色粒子としては、二酸化チタン、炭酸カルシウム、シリカ、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム等を使用することができる。

#### 【0042】

このとき、白色顔料を混ぜる割合としては、無機粒子による場合、約1～20重量%が好ましく、より好ましくは約1～10重量%であり、さらに好ましくは約5～10重量%である。このような割合に規制するのは、酸化チタンなどの白色顔料は、高分子への溶解性はなく分散するだけであって、混合する割合が増えると、白色顔料が凝集する結果、光学濃度が不均一になってしまうからである。また、白色顔料にはイオン導電性がないため、混合割合の増加は高分子電解質の導電性の低下を招く。両者を考慮すると、混合割合の上限はおよそ20重量%である。

#### 【0043】

上記のように無機粒子を着色材として高分子電解質層7に混入する場合、高分子電解質層7の厚さは10～200 $\mu\text{m}$ とすることが好ましく、より好ましくは10～100 $\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは10～50 $\mu\text{m}$ である。高分子電解質層7は、薄い方が電極間の抵抗が小さくなるので発色、消色時間の短縮や消費電力の低減に繋がり好ましい。しかしながら、高分子電解質層7の厚さが10 $\mu\text{m}$ 未満になると、機械的強度が低下して、ピンホールや亀裂が生ずる等の不都合が発生する。また、高分子電解質層7の厚さがあまり薄い場合には、結果として上記無機粒子の混入量が少なくなり、白色性（光学濃度）が十分でなくなる虞れがある。

#### 【0044】

なお、高分子電解質層7に混入する着色材として色素を用いる場合、着色材を混入する割合としては、10重量%以下であってもよい。これは、色素の発色効率が無機粒子に比べて遙かに高いためである。したがって、電気化学的に安定した色素であれば、少ない量でも十分なコントラストを得ることができる。かかる色素としては、例えば油溶性染料が好ましい。

#### 【0045】

電気化学表示装置の画素を駆動するための画素回路 6 の一例を図 2 に示す。データ配線 2 と共通配線 4 が図面上下方向を長手方向として互いに平行に配線され、ゲート走査配線 3 と GND 配線 5 が図面左右方向を長手方向として互いに平行に配線されている。また画素回路 6 は、キャパシタ 11 と第 1 トランジスタ 12 と第 2 トランジスタ 13 とを有している。

#### 【0046】

データ配線 2 は、画素回路 6 を駆動するためのデータ電位を供給する信号配線として機能する。ゲート走査配線 3 は、背面基板 1 上に形成された画素回路 6 を線順次に走査して、駆動する画素回路 6 を選択する走査配線として機能する。共通配線 4 と GND 配線（接地配線）5 とは互いの電位差によって、高分子電解質層 7 に印加される電圧を決定する。

#### 【0047】

キャパシタ 11 の一方の電極は GND 配線 5 に接続され、もう一方の電極は第 1 トランジスタ 12 のソース・ドレイン電極 12a および第 2 トランジスタ 13 のゲート電極に接続されている。第 1 トランジスタ 12 のゲート電極はゲート走査配線 3 に接続され、第 1 トランジスタ 12 のソース・ドレイン電極 12b はデータ配線 2 に接続され、第 1 トランジスタ 12 のソース・ドレイン電極 12a は第 2 トランジスタ 13 のゲート電極およびキャパシタ 11 に接続されている。第 2 トランジスタ 13 のソース・ドレイン電極 13a は共通配線 4 に接続され、第 2 トランジスタ 13 のソース・ドレイン電極 13b は画素電極 9 に接続され、第 2 トランジスタ 13 のゲート電極には第 1 トランジスタ 12 のソース・ドレイン電極 12a およびキャパシタ 11 の一方の電極が接続されている。

#### 【0048】

第 1 トランジスタ 12 は、金属の析出を行う画素を決定する選択トランジスタとして機能し、第 2 トランジスタ 13 は、画素電極に対して電圧の印加をする駆動トランジスタとして機能し、キャパシタ 11 は、第 2 トランジスタ 13 のゲート電極に印加される電圧を保持する電圧保持容量として機能する。画素電極 9 は、画素回路 6 上に重畳して配置されている高分子電解質層 7 と接触しており、対向する透明電極 8 と対になって高分子電解質層 7 に対して電圧を印加する。

## 【0049】

以上が電気析出特性を利用した電気化学表示装置の構成であるが、次に、この表示装置の駆動方法について説明する。

## 【0050】

電気析出特性を利用した表示装置において、三角波電圧を透明電極 8－画素電極 9 間に印加した場合、図 3 に示すような電流－電圧過渡応答特性を示す。上記透明電極 8－画素電極 9 間にゼロからマイナス側に電圧を加えていくと、しばらくは銀は析出せず、析出閾値電圧  $V_{th-on}$  を越えたところで透明電極 8 への銀の析出が始まる。

## 【0051】

銀の析出は、三角波電圧の頂点に相当する書き込み電圧を越え、次第に電圧が下がっても続き、先の析出閾値電圧  $V_{th-on}$  を下回っても続く。銀の析出が終わるのは、印加電圧が溶解閾値電圧  $V_{th-off}$  まで下がった時である。一方、逆極性（プラス）の電圧を透明電極 8－画素電極 9 間に印加すると、銀の溶解が始まり、溶解最大電圧  $V_{off-max}$  に到達した時点で析出していた銀は消失する。

## 【0052】

上述した電気化学表示装置での画像形成を行うための書き込み時の動作シーケンスを図 4 に示す。図 4 はデータ配線 2 とゲート走査配線 3 と共通配線 4 と透明電極 8 とに印加されている電位について、画面全体のゲート走査配線 3 を線順次に走査するのに必要な時間である 1 サブフィールド期間内のシーケンスを示したものである。共通配線 4 に印加される電圧を  $V_{com1}$  と表し、透明電極 8 に印加される電圧を  $V_{com2}$  で表す。また画面全体ではゲート走査配線 3 が  $N$  本形成され、データ配線 2 が  $M$  本形成されているとする。一本のゲート走査配線 3 に電圧が印加される時間であるゲート走査配線選択期間を  $1H$  と表すと、1 サブフィールドに要する時間は  $1H \times N$  で表される。

## 【0053】

第 2 トランジスタ 13 のソース・ドレイン電極 13a に接続されている共通配線 4 の電位である  $V_{com1}$  は、サブフィールド期間全体を通して接地電位とさ

れている。透明電極 8 にはサブフィールド期間全体を通して、高分子電解質層 7 に金属を析出させるための析出電圧として、図 3 に示した析出閾値電圧  $V_{th-on}$  より低いマイナスの電位  $V_{com2}$  が印加されている。

#### 【0054】

各ゲート走査配線 3 には一番目の配線から N 番目の配線まで、各ゲート走査配線 3 に対してゲート走査配線選択期間中にゲート選択電圧  $V_g$  が印加されることで、線順次に走査が行われていく。ゲート選択電圧  $V_g$  がゲート走査配線 3 に印加されていない期間は、ゲート走査配線 3 には接地電位が印加されている。ゲート走査配線 3 に印加されたゲート選択電圧  $V_g$  に同期して、金属の析出を行う画素に相当するデータ配線 2 にはデータ電圧  $V_d$  が印加される。データ電圧  $V_d$  がデータ配線 2 に印加されていない期間は、データ配線 2 には接地電位が印加されている。このとき、ゲート選択電圧  $V_g$  は第 1 トランジスタ 12 を ON にするのに必要な電圧以上であり、データ電圧  $V_d$  は第 2 トランジスタ 13 を ON にするのに必要な電圧以上であるとする。

#### 【0055】

線順次にゲート選択電圧  $V_g$  が印加されると、ゲート選択電圧  $V_g$  が印加されているゲート走査配線 3 に接続されている画素では、図 2 に示した画素回路 6 での第 1 トランジスタ 12 のゲート電極に電圧が印加され、第 1 トランジスタ 12 が ON 状態となる。金属の析出を行わない画素においては、データ配線 2 が接地電位であるために第 2 トランジスタ 13 のゲート電極も接地電位であり、第 2 トランジスタ 13 のソース・ドレイン電極 13a とソース・ドレイン電極 13b との間は電流が流れず、高分子電解質層 7 にも電流が流れることはない。また、キャパシタ 11 の両極が接地電位となっているのでキャパシタ 11 に蓄積されている電荷量はゼロである。

#### 【0056】

しかし、金属の析出を行う画素においては、データ配線 2 に対してデータ電圧  $V_d$  が印加されているため、第 2 トランジスタ 13 が ON 状態となり第 2 トランジスタ 13 のソース・ドレイン電極 13a とソース・ドレイン電極 13b との間には電流が流れるため、透明電極 8 と画素電極 9 との間に挟持されている高分子

電解質層 7 には、金属を析出させる析出電圧  $V_{com2}$  が印加されて電流が流れることとなる。また、キャパシタ 11 にはデータ電圧  $V_d$  に応じて電荷が蓄積された状態となる。このため、ゲート走査配線 3 にゲート選択電圧  $V_g$  が印加されなくなって第 1 トランジスタ 12 が OFF 状態となった場合にも、キャパシタ 11 に蓄積された電荷によって第 2 トランジスタ 13 のゲート電極にはデータ電圧  $V_d$  が保持され、第 2 トランジスタ 13 は ON 状態が保持されるため高分子電解質層 7 には電流が流れ続けることとなる。

#### 【0057】

キャパシタ 11 に蓄積された電荷による第 2 トランジスタ 13 が ON である状態は、次回以降のサブフィールドにおいてゲート走査配線 3 にゲート選択電圧  $V_g$  が印加されると同時にデータ配線 2 が接地電位となるまで持続する。このとき、ゲート走査配線 3 にはゲート選択電圧  $V_g$  が印加されているために第 1 トランジスタ 12 は ON 状態となり、データ配線 2 が接地電位であるためにキャパシタ 11 に蓄積されていた電荷がゼロになり、第 2 トランジスタ 13 のゲート電極も接地電位となり第 2 トランジスタ 13 が OFF 状態となる。したがって第 2 トランジスタ 13 のソース・ドレイン電極 13a とソース・ドレイン電極 13b との間は電流が流れなくなり、高分子電解質層 7 にも電流は流れなくなり、金属の析出が停止する。

#### 【0058】

上述した様に本願発明の電気化学表示装置では、あるサブフィールド期間に選択された画素の高分子電解質層 7 に電流が流れて金属の析出が行われると、次回以降のサブフィールド期間において、当該画素のゲート走査配線 3 に印加されるゲート選択電圧  $V_g$  と同期してデータ配線 2 に接地電位が与えられるまで、金属の析出が持続することとなる。これにより、高分子電解質層 7 の画素に相当する位置に金属を析出させる時間を調整することが可能となる。

#### 【0059】

次に図 5 乃至図 10 を用いて、金属を析出させるために高分子電解質層 7 に流す電流の電圧および光学応答特性について、高分子電解質層 7 に一定値の電流が流れる時間を制御することによって、電気化学表示装置の階調表示を実現できる

理由、および、高分子電解質層 7 に流れる電流密度を小さくすることで反射率の経時変化を抑制して表示内容を維持することが可能な理由を説明する。

#### 【0060】

図 5 は、高分子電解質層 7 に電圧を印加した場合の反射率の時間変化を示す光学応答特性のグラフである。横軸は時間経過を示し単位は秒であり、0.05 秒から 0.15 秒の間が電圧が印加されている期間である。縦軸は画素に入射した光が反射していく割合である反射率を示し、反射率の数値が小さいほど濃い黒表示であることを示している。

#### 【0061】

-2.4 V ~ -0.8 V の電圧を印加したところ、全ての電圧において時間の経過と共に反射率が低下する傾向が見られた。電圧の印加を止めた時刻  $t = 0.15$  秒の時点での反射率は、反射率が大きいほうから -0.8 V, -1.1 V, -1.3 V, -1.4 V, -1.5 V, -1.7 V, -1.8 V, -1.9 V, -2.4 V, -2.3 V, -2.0 V の電圧印加であった。これにより、電位差が小さい場合には反射率の低下が小幅なものにとどまり、電位差が大きい場合には反射率の低下は顕著になることがわかる。これは、時間経過と共に金属の析出が連続して行われ、電位差が大きい場合には流れる電流が大きいために析出する金属量も多くなるためと理解できる。

#### 【0062】

次に、高分子電解質層 7 に電圧を印加した時に流れる電流密度の時間変化のグラフを図 6 に示す。横軸は時間経過を示し単位は秒であり、0.05 秒から 0.15 秒の間が電圧が印加されている期間である。縦軸は高分子電解質層 7 に流れる電流の電流密度を示し単位は  $\text{mA}/\text{cm}^2$  である。

#### 【0063】

図 6 に示したグラフは、-2.5 V ~ -0.8 V の電圧を印加したときの電流密度の時間変化を示しており、時刻  $t = 0.06$  秒の時点での電流密度が小さい方から -0.8 V, -1.1 V, -1.3 V, -1.4 V, -1.5 V, -1.7 V, -1.8 V, -1.9 V, -2.0 V, -2.3 V, -2.4 V, -2.5 V の電圧印加を示している。電流密度  $50 \text{ mA}/\text{cm}^2$  以下となる電位差-

1. 5 V 以下では電圧印加期間中の電流密度は一定値であるとみなすことが出来るが、電流密度が  $-50 \text{ mA/cm}^2$  よりも大きい場合である電位差が  $-1.5 \text{ V}$  より大きい場合には、電圧印加の初期には電流密度が大きい時間が経過と共に電流密度が小さくなっていくことがわかる。

#### 【0064】

電流密度が一定値であるとみなせる電位差  $-1.5 \text{ V}$  以下の場合、図 5 を参照すると反射率の時間変化は、ほぼ直線的な変化であるということがわかる。これは、高分子電解質層 7 を流れる電流密度がほぼ一定であるために、金属の析出する量もほぼ一定であり反射率の変化も一定の割合で変化していると考えることが出来る。したがって、高分子電解質層 7 に印加する電圧を  $-1.5 \text{ V}$  以下の一定値として、電圧を印加する時間を変更することにより、画素の反射率を変化させて階調表示を行うことが出来る。

#### 【0065】

図 7 は、高分子電解質層 7 に析出電圧として  $-1.5 \text{ V}$  を印加して、析出電圧を印加する時間を変化させた際に得られる反射率を示すグラフである。電圧印加時間が  $0.08$  秒のときの反射率が約  $44\%$  であり、 $0.10$  秒のときの反射率が約  $38\%$  であり、 $0.12$  秒のときの反射率が約  $30\%$  であり、 $0.14$  秒のときの反射率が約  $23\%$  であった。したがって、画素ごとに析出電圧を印加する時間を制御することにより、画素ごとに異なる反射率の表示を行う階調表示を実現できることがわかる。

#### 【0066】

本願発明の電気化学表示装置は、電子ペーパーとして表示内容を一定期間保持する使用方法が想定されているため、画面全体での金属の析出が完了した後に、表示状態を保持するメモリー期間が必要とされる。そのため、高分子電解質層 7 に析出電圧を印加して各画素において金属を析出させた後の表示特性が重要である。高分子電解質層 7 に電圧を印加した後での反射率の時間変化を表した光学応答特性のグラフを図 8 に示す。横軸は時間経過を示し単位は秒であり、 $0.05$  秒から  $0.15$  秒の間が析出電圧が印加されている析出期間である。縦軸は画素に入射した光が反射していく割合である反射率を示している。金属の析出が行わ

れる期間と比較して、メモリー期間を長時間に設定した場合の反射率の時間変化を知るために、時間  $t$  は 450 秒まで表示している。グラフ中には表示していないが、析出期間とメモリー期間との間には、全ての画素のデータ配線 2 に接地電位が印加されて第 2 トランジスタ 13 が OFF 状態となる、書き込み停止期間が設けられている。

#### 【0067】

グラフ中の各曲線は、メモリー期間の初期における反射率が高いほうから  $-0.8\text{ V}$ ,  $-1.0\text{ V}$ ,  $-1.2\text{ V}$ ,  $-1.4\text{ V}$ ,  $-1.6\text{ V}$ ,  $-1.8\text{ V}$ ,  $-2.0\text{ V}$  の電圧印加の場合を示している。 $-0.8\text{ V} \sim -1.4\text{ V}$  までの電位差を印加した場合には、メモリー期間を通してほぼ一定の反射率であるとみなすことが出来るが、 $-1.6\text{ V}$  よりも大きい電位差を印加した場合には、時間経過と共に反射率に変化していき黒表示の濃度が低下していることがわかる。メモリー期間内に画素の表示濃度が変化してしまうということは、表示画面上でのコントラストが変化することを意味するので、反射率が経時変化してしまうような電圧を印加することは表示特性上好ましくない。

#### 【0068】

時間の経過と共に表示濃度が低下している点から、析出期間中に析出した金属が高分子電解質層 7 中に溶解していることがわかる。また、加えられる析出電圧が大きいほど反射率の変化が大きいことから、析出期間に流れた電流密度が大きいほどメモリー期間に溶解していく金属量が多いことがわかる。これらのことから、析出期間に印加される析出電圧が大きいと、高分子電解質層 7 に流れる電流密度が大きいため、単位時間当たりに析出する金属の量は多いが、金属の析出はポーラス状になっており体積に対する表面積の割合が大きく、電圧の印加を止めた状態での金属の溶解が起こりやすくなっていると推測される。

#### 【0069】

高分子電解質層 7 に印加される析出電圧が大きいときに、反射率が時間変化してしまう理由としては以上の理由が考えられるため、析出期間に高分子電解質層 7 に流れる電流密度はある一定値以下であることが望まれる。図 8 のグラフでは  $-1.4\text{ V}$  では反射率の変化が見られなかったが、 $-1.6\text{ V}$  では若干の反射率



変化が見られた。図 6 のグラフを参照すると、電流密度が  $-50 \text{ mA/cm}^2$  の水準が境界線になっているとわかる。したがって、金属を析出させる析出期間に高分子電解質層 7 に流れる電流密度を  $-50 \text{ mA/cm}^2$  以下とすることが望ましいことがわかる。

#### 【0070】

上記知見に基づいて、高分子電解質層 7 に対して低電圧を印加して  $-50 \text{ mA/cm}^2$  以下の電流密度で金属の析出を行わせて、画面表示を行う実験を行った。図 9 は、高分子電解質層 7 に析出電圧として  $-1.2 \text{ V}$  を印加した場合の光学応答特性を示したグラフである。横軸は時間経過を示し単位は秒であり、縦軸は画素に入射した光が反射していく割合である反射率を示している。電圧印加時に高分子電解質層 7 に流れる電流の電流密度は  $-30 \text{ mA/cm}^2$  程度でほぼ一定であり、析出電圧を印加する析出期間を  $0.05 \text{ 秒} \sim 0.70 \text{ 秒}$  まで変化させた場合の光学応答特性を示している。

#### 【0071】

グラフ中の時刻  $t = 0.4 \text{ 秒}$  以降での反射率が大きい方から、析出期間が  $0.05 \text{ 秒}$ ,  $0.1 \text{ 秒}$ ,  $0.2 \text{ 秒}$ ,  $0.5 \text{ 秒}$ ,  $0.6 \text{ 秒}$ ,  $0.7 \text{ 秒}$  の場合のグラフとなっている。析出期間が  $0.5 \text{ 秒}$  までは、析出期間の長さに応じて反射率が小さくて濃い黒表示となっていることがわかる。析出期間が  $0.5 \text{ 秒}$  以上では最終的に到達する反射率に大きな差は生じていないが、析出期間を制御することにより電気化学表示装置の表示濃度を制御することが可能であることがわかる。

#### 【0072】

図 10 は、析出期間によって表示濃度の制御を行った場合での反射率の経時変化を示すグラフであり、図 9 に示した条件で析出期間後のメモリー期間を  $500 \text{ 秒}$  まで示したものである。反射率の大きい方から析出期間が  $0.05 \text{ 秒}$ ,  $0.1 \text{ 秒}$ ,  $0.2 \text{ 秒}$ ,  $0.5 \text{ 秒}$ ,  $0.6 \text{ 秒}$ ,  $0.7 \text{ 秒}$  の場合を示しており、時間が経過しても反射率の変化が少ないことがわかる。これは、高分子電解質層 7 に流れる電流密度が  $-50 \text{ mA/cm}^2$  以下であるために、金属の析出がポーラス状ではなく均一に行われ、メモリー期間中に金属が溶解しにくいためであると考えられる。

## 【0073】

したがって、析出期間中に高分子電解質層 7 に流れる電流密度を小さくして、析出期間を制御して析出する金属を制御することで、電気化学表示装置の表示濃度を制御して階調表示することができる。また、析出期間中に高分子電解質層 7 に流れる電流密度を  $-50 \text{ mA/cm}^2$  以下と設定することで、メモリー期間で金属が溶解することを抑制し、反射率の経時変化を低減させて、良好な表示状態の維持を実現することが可能となる。

## 【0074】

また、図 2 に示した画素回路 6 および図 4 に説明したサブフィールドによる駆動シーケンスを用いることにより、あるサブフィールド期間に選択された画素で金属の析出が行われると、次回以降のサブフィールド期間において、当該画素のデータ配線 2 に接地電位が与えられるまで金属の析出が持続する。したがって、金属の析出を行うサブフィールド数を設定することで、高分子電解質層 7 の画素ごとに金属を析出させる析出期間を調整し、一定電圧の条件下で反射率を制御することができるようになり、電気化学表示装置の画面全体において黒濃度が異なる画素を表示して階調表示を行うことが可能となる。

## 【0075】

このとき、高分子電解質層 7 に流れる電流の電流密度を  $-50 \text{ mA/cm}^2$  以下とすることで、析出期間後のメモリー期間における反射率の経時変化を抑制することが可能となり、画素ごとに異なる反射率を表示した階調表示でのコントラストを維持することができ、良好な表示特性を得ることが出来る。

## 【0076】

## [第二の実施の形態]

以下に、本願発明を適用した電気化学表示装置および電気化学表示装置の駆動方法について、第二の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。本実施の形態に示す電気化学表示装置の構成は、前述した第一の実施の形態で図 1 乃至図 3 を用いて説明したのと同様のものであるため、重複を避けるため説明を省略する。本実施の形態で説明する電気化学表示装置の駆動方法は、金属を析出させるために高分子電解質層に印加する析出電圧を、大電流を流すための強調パルス

電圧と小電流を流すための書込電圧とに分けて多段階の電圧印加として、析出期間に高分子電解質層に流れる電流密度を変化させるものである。

#### 【0077】

本実施の形態における画像形成を行うための書き込み時の動作シーケンスは、図1乃至図4を用いて説明した第一の実施の形態と同様のサブフィールド駆動を用いる。したがって、あるサブフィールド期間に選択された画素の高分子電解質層7に電流が流れて金属の析出が行われると、次回以降のサブフィールド期間において、当該画素のゲート走査配線3に印加されるゲート選択電圧 $V_g$ と同期してデータ配線2に接地電位が与えられるまで、金属の析出が持続することとなる。これにより、高分子電解質層7の画素に相当する位置に金属を析出させる時間を調整することが可能である。

#### 【0078】

本実施の形態では、上述したサブフィールドによる析出期間の制御に加えて、析出期間を強調パルス印加期間と書き込み電圧印加期間に分割し、強調パルス印加期間に高分子電解質層7に印加する強調パルス電圧 $V_{wr1}$ を、書き込み電圧印加期間に高分子電解質層7に印加する書込電圧 $V_{wr2}$ よりも大きいものにする。つまり、金属を析出させるために高分子電解質層に印加する析出電圧は、大電流を流すための強調パルス電圧 $V_{wr1}$ と、小電流を流すための書込電圧 $V_{wr2}$ との多段階の電圧印加になる。ここで、強調パルス電圧 $V_{wr1}$ を高分子電解質層7に印加した際に流れる電流の電流密度は $-50\text{ mA/cm}^2$ よりも大きくてもよいが、 $V_{wr2}$ を高分子電解質層7に印加した際に流れる電流の電流密度は $-50\text{ mA/cm}^2$ 以下であるとする。

#### 【0079】

このような高分子電解質層7に対する多段階の電圧印加は、透明電極8に印加する電位 $V_{com2}$ を、強調パルス印加期間に相当するサブフィールド期間において $V_{wr1}$ とし、書き込み電圧印加期間に相当するサブフィールド期間において $V_{wr2}$ とすることで実現される。

#### 【0080】

図11は、析出期間の最初に強調パルス印加期間を0.05秒設け、その後

書き込み電圧印加期間を 0.25 秒設けたときの光学応答特性を示したグラフである。強調パルス印加期間に印加される電圧  $V_{wr1}$  は -2.0 V で、高分子電解質層 7 に流れる電流の電流密度は  $-100 \text{ mA/cm}^2$  程度であり、書き込み電圧印加期間に印加される電圧  $V_{wr2}$  は -1.2 V で、電流密度は  $-30 \text{ mA/cm}^2$  程度であった。

#### 【0081】

強調パルス印加期間には、高分子電解質層 7 に流れる電流の電流密度が大きいため金属の析出量が多く、反射率の低下が急速に行われているが、書き込み電圧印加期間には、電流密度が小さいために金属の析出量が低下し、緩やかに反射率が低下していくことがわかる。したがって、強調パルス印加期間に  $V_{wr1}$  を印加して電流密度が大きい電流を流すことにより、強調パルス印加期間に目的の金属量の大部分を析出させて、析出期間全域にわたって  $V_{wr2}$  を印加するよりも短時間で目的の反射率による表示を実現することができる。

#### 【0082】

上述した様に、析出期間を強調パルス印加期間と書き込み電圧印加期間に分割し、強調パルス印加期間に高分子電解質層 7 に印加する強調パルス電圧  $V_{wr1}$  を、書き込み電圧印加期間に高分子電解質層 7 に印加する書込電圧  $V_{wr2}$  よりも大きいものにして、析出期間の短縮化を図った場合における析出期間後の反射率の経時変化を図 12 に示す。

#### 【0083】

図 12 は、析出期間直後の反射率が異なるものになるように、強調パルス印加期間と書き込み電圧印加期間の設定を変化させ、析出期間後のメモリー期間での反射率の経時変化を示したグラフである。横軸は時間経過を示し単位は秒であり、縦軸は画素に入射した光が反射していく割合である反射率を示している。メモリー期間を通して反射率の経時変化がほとんど見られず、ほぼ一定の反射率を維持していることがわかる。実施の形態 1 と同様に、析出期間とメモリー期間の間には、全ての画素のデータ配線 2 に接地電位が印加されて第 2 トランジスタ 13 が OFF 状態となる、書き込み停止期間が設けられている。

#### 【0084】

これは、強調パルス印加期間に高分子電解質層 7 に流れる電流の電流密度は  $-50 \text{ mA/cm}^2$  よりも大きく、析出している金属はポーラス状であるが、書き込み電圧印加期間に流れる電流密度が  $-50 \text{ mA/cm}^2$  以下であるため、ポーラス状に析出した金属上に均一な金属の析出が行われて、メモリー期間における金属の溶解が起こりにくくなったためと考えられる。

#### 【0085】

したがって、電気化学表示装置の動作シーケンス中に透明電極 8 に印加する電位  $V_{com2}$  を、強調パルス印加期間に相当するサブフィールド期間に大きくし、書き込み電圧印加期間に相当するサブフィールド期間に小さくして多段階に変化させることで、金属を析出させる析出期間に高分子電解質層 7 に流れる電流の電流密度を多段階とし、析出期間を短縮して動作速度を向上させることが可能になる。

#### 【0086】

また、金属の析出を行うサブフィールド数を設定することで、高分子電解質層 7 の画素ごとに金属を析出させる析出期間を調整し、一定電圧の条件下で反射率を制御することができるようになり、電気化学表示装置の画面全体において黒濃度が異なる画素を表示して階調表示を行うことが可能となる。

#### 【0087】

さらに、書き込み電圧印加期間に高分子電解質層 7 に流れる電流の電流密度を  $-50 \text{ mA/cm}^2$  以下とすることで、析出期間後のメモリー期間における反射率の経時変化を抑制することが可能となり、画素ごとに異なる反射率を表示した階調表示でのコントラストを維持することができ、良好な表示特性を得ることが出来る。

#### 【0088】

##### [第三の実施の形態]

以下に、本願発明を適用した電気化学表示装置および電気化学表示装置の駆動方法について、第三の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。本実施の形態に示す電気化学表示装置の構成は、前述した第一の実施の形態で図 1 乃至図 3 を用いて説明したのと同様のものであるため、重複を避けるため説明を省略

する。本実施の形態で説明する電気化学表示装置の駆動方法は、画像形成を行うための動作シーケンスにおいて、複数のサブフィールドを重ね合わせて析出期間を制御する際に、各サブフィールドの持続時間を異なるものに設定して析出期間を決定するものである。

#### 【0089】

本実施の形態における画像形成を行うための書き込み時の動作シーケンスは、図1乃至図4を用いて説明した第一の実施の形態と同様のサブフィールド駆動を用いる。したがって、あるサブフィールド期間に選択された画素の高分子電解質層7に電流が流れて金属の析出が行われると、次回以降のサブフィールド期間において、当該画素のゲート走査配線3に印加されるゲート選択電圧 $V_g$ と同期してデータ配線2に接地電位が与えられるまで、金属の析出が持続することとなる。これにより、高分子電解質層7の画素に相当する位置に金属を析出させる時間を調整することが可能である。

#### 【0090】

図13は、本実施の形態における電気化学表示装置の駆動方法で用いる各サブフィールドの持続時間の配分を示す模式図である。図中横軸方向は時間経過を表し、縦軸方向はゲート走査配線3の1～N本目を表しており、図中に平行四辺形で表されているサブフィールド $s_{ub1}$ 乃至 $s_{ub4}$ は、それぞれ図4に示したサブフィールドの動作シーケンスによるものである。また、サブフィールド $s_{ub1}$ の持続期間 $T_{sub1}$ と、サブフィールド $s_{ub2}$ の持続期間 $T_{sub2}$ と、サブフィールド $s_{ub3}$ の持続期間 $T_{sub3}$ と、サブフィールド $s_{ub4}$ の持続期間 $T_{sub4}$ との長さの比率は、 $T_{sub1} : T_{sub2} : T_{sub3} : T_{sub4} = 1 : 2 : 4 : 8$ となっている。

#### 【0091】

各サブフィールドの間には、全ての画素のデータ配線2に接地電位が印加されて、第2トランジスタ13がOFF状態となる書き込み停止期間が設けられている。したがって、各サブフィールドにおいて金属が析出していた画素では、書き込み停止期間に金属の析出が停止するため、以後のサブフィールドで当該画素が再度選択されて金属の析出が開始するまで金属の析出は起こらない。

## 【0092】

サブフィールド  $sub1$  乃至  $sub4$  の持続期間  $T_{sub1}$  乃至  $T_{sub4}$  の比率は、図4を参照すると、一本のゲート走査配線3にパルス電圧が印加される時間であるゲート走査配線選択期間である  $1H$  を、サブフィールド  $sub1$  乃至  $sub4$  ごとに  $1:2:4:8$  の比率にすることで実現される。または、全てのサブフィールドでのゲート走査配線選択期間である  $1H$  を同一の時間にして、書き込み停止期間までの時間を制御することで画素中の金属の析出を持続させ、サブフィールド毎に金属の析出する時間を  $1:2:4:8$  とすることによっても、サブフィールド  $sub1$  乃至  $sub4$  の持続期間  $T_{sub1}$  乃至  $T_{sub4}$  の比率を制御することができる。

## 【0093】

各サブフィールドの間に高分子電解質層7に印加される析出電圧、つまり透明電極8に印加されている電圧  $V_{com2}$  は、高分子電解質層7に流れる電流の電流密度が  $-50\text{mA}/\text{cm}^2$  以下となる電圧とする。電流密度を  $-50\text{mA}/\text{cm}^2$  以下にすることで、各サブフィールドで析出した金属が書き込み停止期間後に溶解していく量が少なく、画素での金属の析出量は式1に示すように、画素中に流れた電流量の総和に依存したものになる。

## 【式1】

$$Q = \left| \int_0^t i(t) dt \right|$$

## 【0094】

したがって画素での金属析出量は、各サブフィールドで析出した金属量の和になる。各サブフィールドの時間比率を  $1:2:4:8$  という  $2^n$  ( $n$  は自然数) としていることにより、サブフィールド  $sub1$  乃至サブフィールド  $sub4$  までの組み合わせで、金属の析出量を2進数で表現したものとすることができる。例えばある画素でサブフィールド  $sub1$  とサブフィールド  $sub4$  でだけ金属の析出が行われたとすると、当該画素に析出する金属はサブフィールド  $sub1$  に析出する金属の5倍となる。

## 【0095】

画素での黒表示濃度である反射率は、画素中に析出した金属量に依存するため、各画素毎に金属を析出させるサブフィールドの組み合わせを適宜組み合わせることにより、多段階の階調表示をすることができる。

## 【0096】

図9を参照すると、析出期間が0.5秒を超えても最終的に到達する反射率に変化が見られないため、サブフィールド $s_{ub1}$ からサブフィールド $s_{ub4}$ までの和が0.5秒となるように、 $T_{s_{ub1}}=0.033$ 秒、 $T_{s_{ub2}}=0.066$ 秒、 $T_{s_{ub3}}=0.132$ 秒、 $T_{s_{ub4}}=0.264$ 秒と設定する。各サブフィールドの期間を上述のように設定し、金属を析出させるサブフィールドを組み合わせることで、16階調の黒表示を実現することができる。

## 【0097】

高分子電解質層7に金属を析出させる析出期間を複数のサブフィールドに分割し、各サブフィールドの時間比率を1:2:4:8という $2^n$  ( $n$ は自然数)とし、サブフィールドを組み合わせることで多段階の階調表示をすることができる。また、全てのサブフィールドでの透明電極8 ( $V_{com2}$ ) に印加されるデータ電圧 $V_d$ は一定値であるため、データ電圧を供給するデータドライバが多値の出力を必要としないON/OFFの2値とすることができ、回路規模を小さくしてモジュールの低価格化を図ることが出来る。

## 【0098】

## 【発明の効果】

金属を析出させるための析出電圧を画素電極に印加する時間を制御することによって、画素に析出する金属の量を制御して反射率を変化させて、電気化学表示装置で階調表示を行うことができる。このとき画素電極に印加する析出電圧を一定として、画素に流れる電流密度が一定値以下となるように金属の析出を行うことで、析出した金属が溶解して表示濃度が経時変化してしまうことを防止することが可能となる。また、画素に流れる電流密度は、 $50\text{ mA/cm}^2$ 以下であることが望ましい。書込電圧を加える時間の制御は、電圧を印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、各サブフィールドにおいて析出電圧を印加するか否か



を選択することでも実現される。

#### 【0099】

金属を析出させるための析出電圧を多段階に変化させることにより、単位時間あたりに析出する金属の量を多段階に変化させることができ、所定の金属量を画素に析出させるための時間を変化させることが出来る。このとき、画素に流れる電流密度が一定値以上となる強調パルス電圧を印加した後に、電流密度が一定値以下となる書込電圧を印加することで、画素の表示が目的の反射率になるまでの時間を短縮することが可能となる。また、このとき画素に流れる電流密度を  $50 \text{ mA/cm}^2$  以上から  $50 \text{ mA/cm}^2$  以下と変化させることで、析出した金属が溶解することを効果的に抑制することが出来るため、反射率の経時変化を低減して良好なコントラストを維持することが可能となる。

#### 【0100】

また、画素電極に電圧を加える時間を複数に分割したサブフィールドを、各サブフィールドの持続期間がそれぞれ異なる時間とし、各サブフィールドの時間長の比率をおよそ2の $n$ 乗（ $n$ は自然数）としたものとするすることで、電圧印加時間を $n$ 個のサブフィールドに分割することで $2^n$ 段階の階調表示を行うことが出来るようになる。これにより、全てのサブフィールドで印加される電圧を一定値として、電圧を供給するデータドライバを多値の出力を必要としないON/OFFの2値とすることができ、回路規模を小さくしてモジュールの低価格化を図ることが出来る。また、サブフィールドの後に全ての画素での金属の析出を停止する書込み停止期間を設けることで、サブフィールドごとに析出する金属量を限定することが出来るため、サブフィールドを選択して組み合わせた際の金属の析出量を制御することができ、良好な表示特性を得ることが出来る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 電気化学表示装置の構造を模式的に示す図である。

【図2】 電気化学表示装置の画素を駆動するための画素回路6の一例を示す回路図である。

【図3】 三角波電圧をカラム電極－ロウ電極間に印加した場合の電流－電圧過渡応答特性を示す特性図である。

【図 4】 電気化学表示装置での画像形成を行うための書き込み時の動作シーケンスである。

【図 5】 高分子電解質層に電圧を印加した場合の反射率の時間変化を示す光学応答特性のグラフである。

【図 6】 高分子電解質層に電圧を印加した時に流れる電流密度の時間変化を示すグラフである。

【図 7】 高分子電解質層に  $-1.5\text{ V}$  を印加して、電圧印加時間を変化させた場合に得られる反射率を示す光学応答特性のグラフである。

【図 8】 高分子電解質層に電圧を印加した後での反射率の時間変化を示す光学応答特性のグラフである。

【図 9】 高分子電解質層に  $-1.2\text{ V}$  の電圧を印加した場合の光学応答特性を示したグラフである。

【図 10】 析出期間によって表示濃度の制御を行った場合での反射率の経時変化を示すグラフである。

【図 11】 析出期間の最初に強調パルス印加期間を  $0.05$  秒設け、その後に書き込み電圧印加期間を  $0.25$  秒設けたときの光学応答特性を示したグラフである。

【図 12】 強調パルス印加期間と書き込み電圧印加期間の設定を変化させ、析出期間後のメモリー期間での反射率の経時変化を示したグラフである。

【図 13】 電気化学表示装置の駆動方法で用いるサブフィールドの重み付けの概念を示す模式図である。

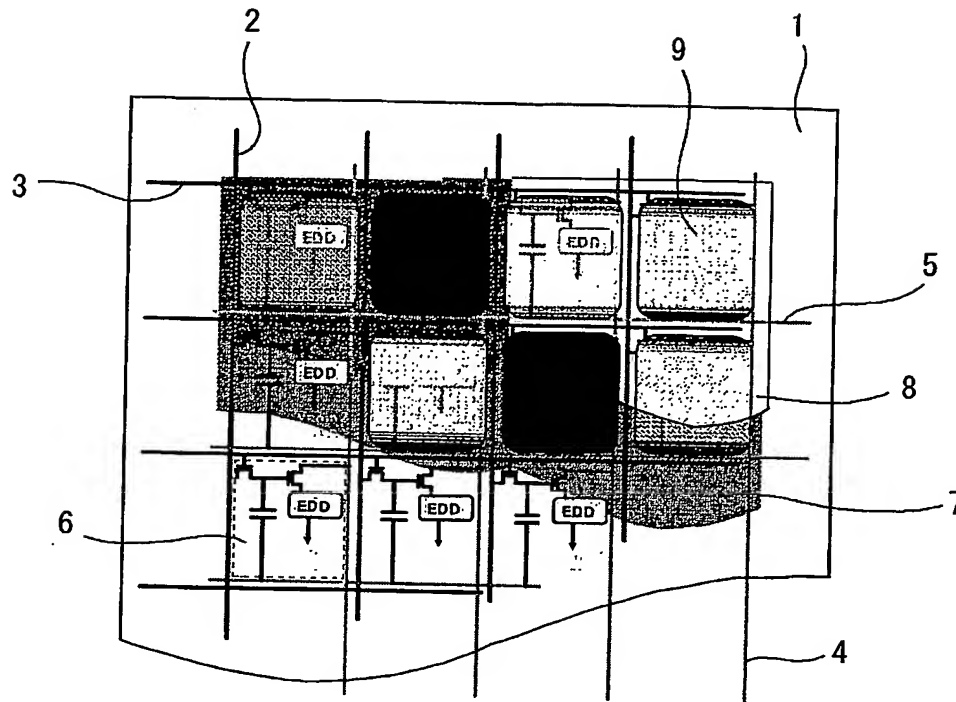
【符号の説明】

- 1 背面基板
- 2 データ配線
- 3 ゲート走査配線
- 4 共通配線
- 5 GND配線
- 6 画素回路
- 7 高分子電解質層

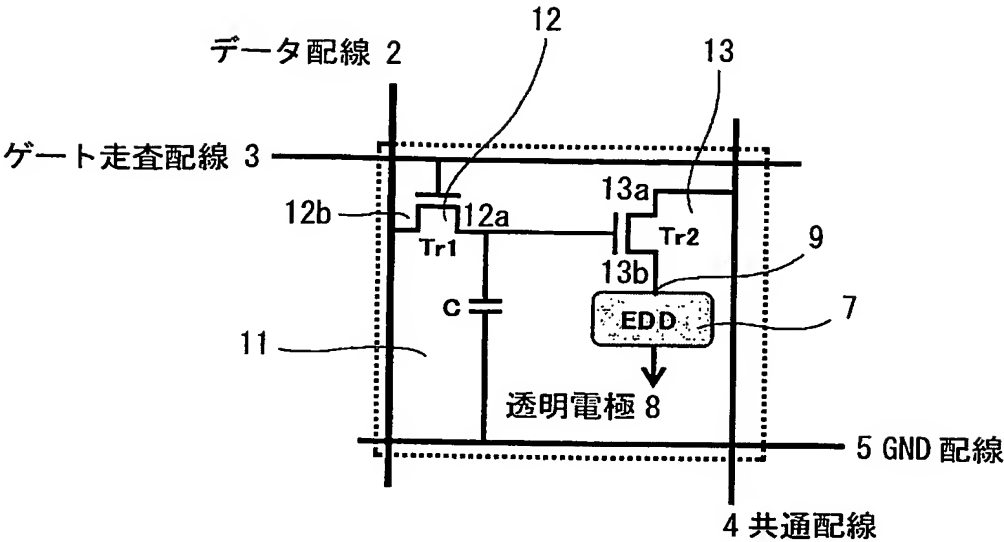
- 8 透明電極
- 9 画素電極
- 1 1 キャパシタ
- 1 2 第 1 トランジスタ
- 1 3 第 2 トランジスタ
- V d データ電圧
- V g ゲート選択電圧

【書類名】 図面

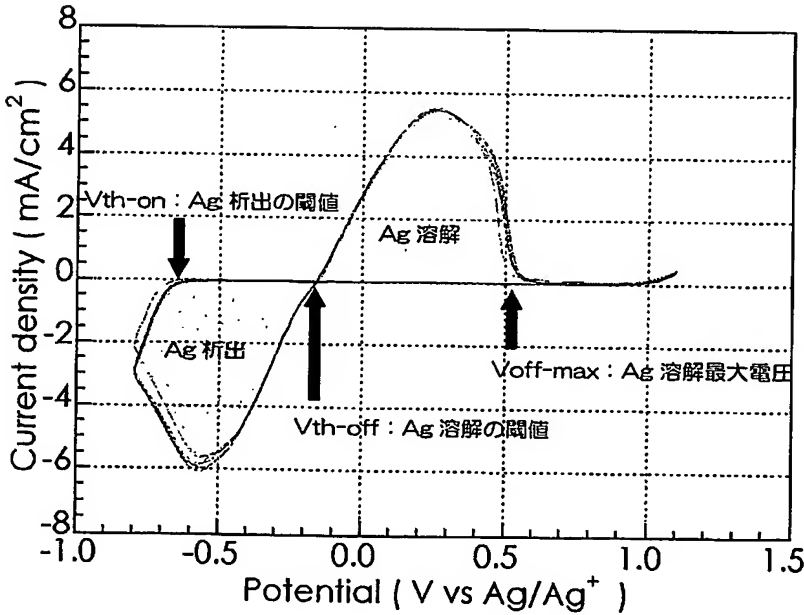
【図 1】



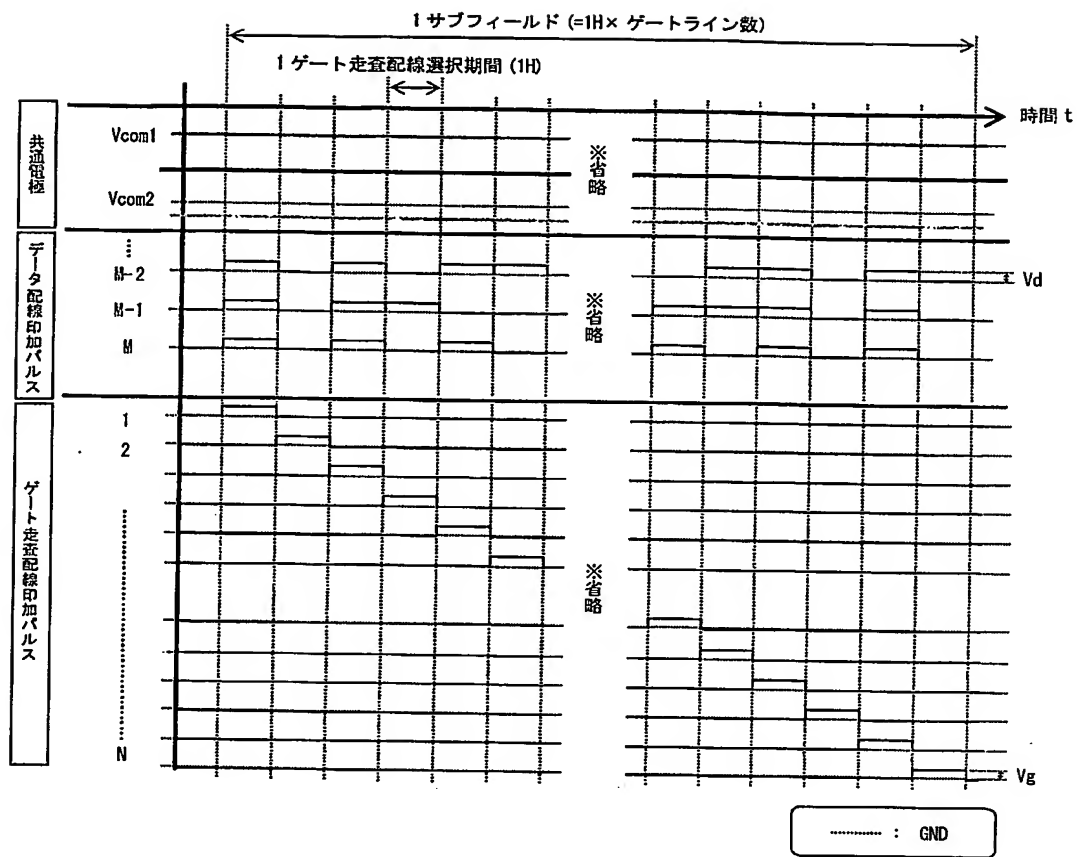
【図 2】



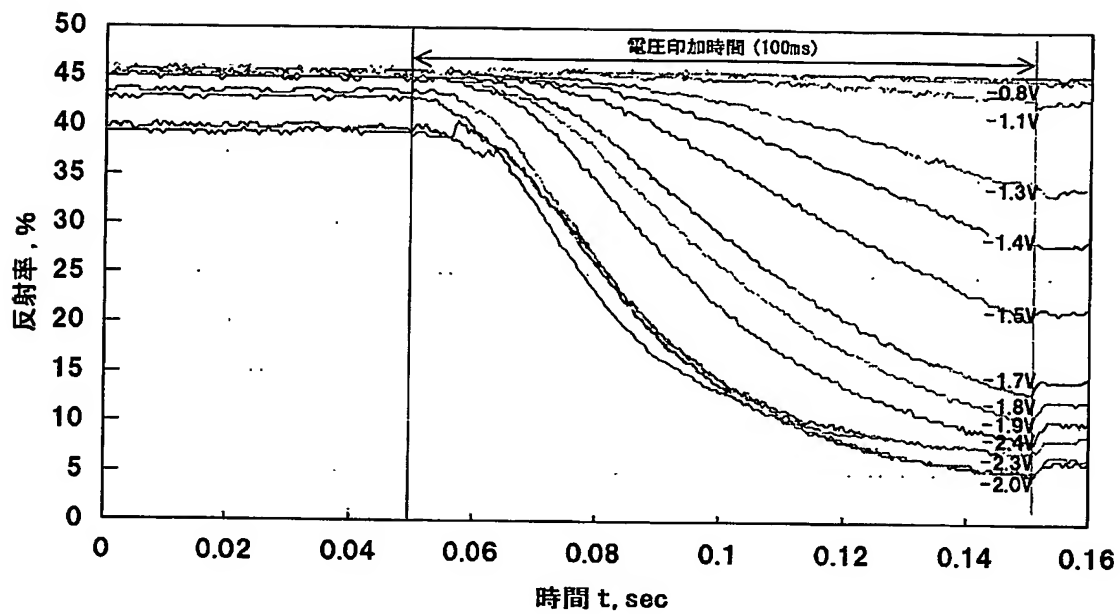
【図 3】



【図 4】

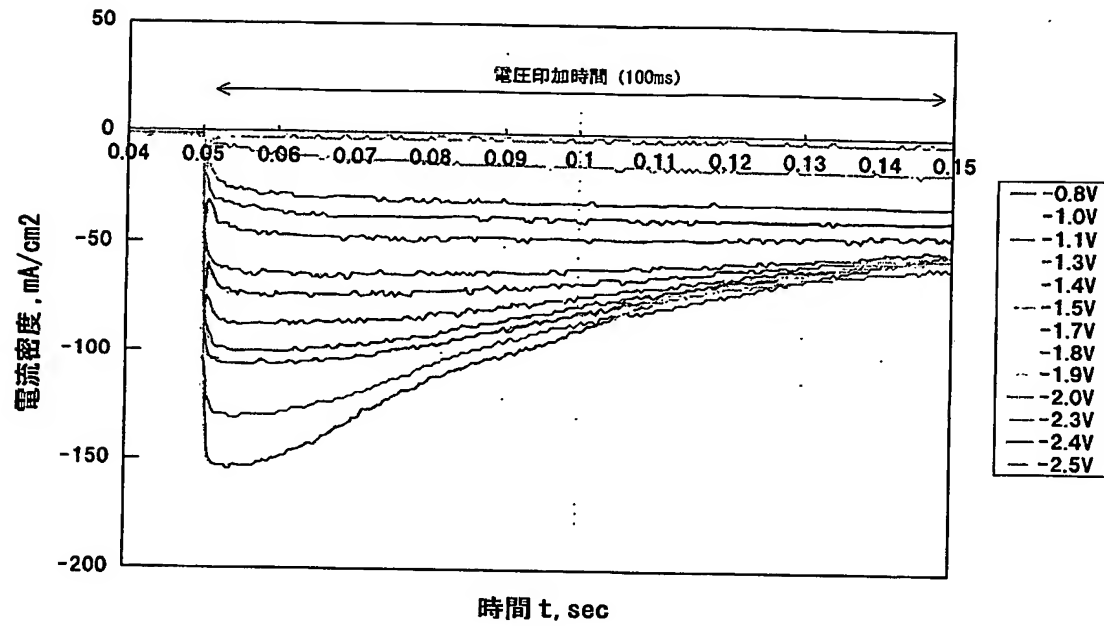


【図 5】



電圧印加時の反射率の変化

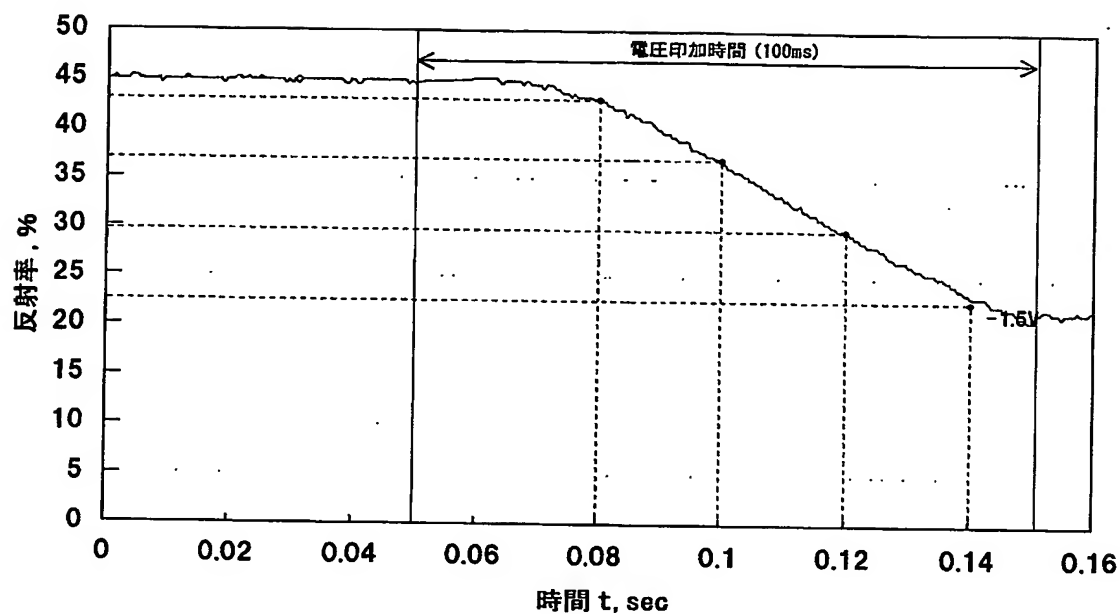
【図 6】



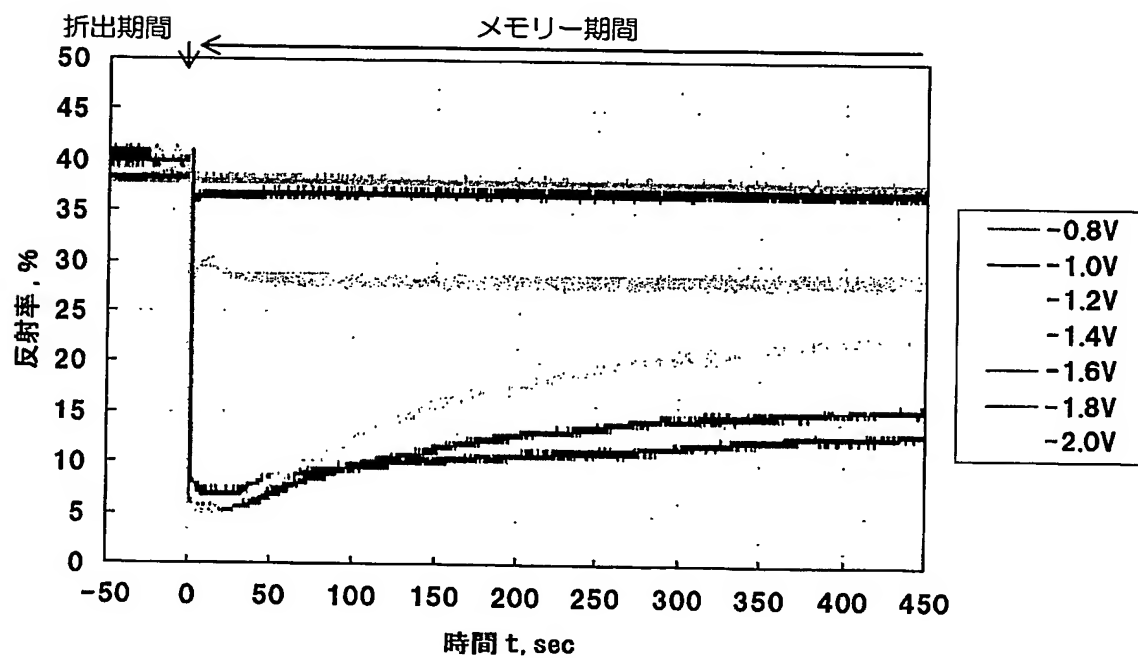
電圧印加時の電流密度の変化



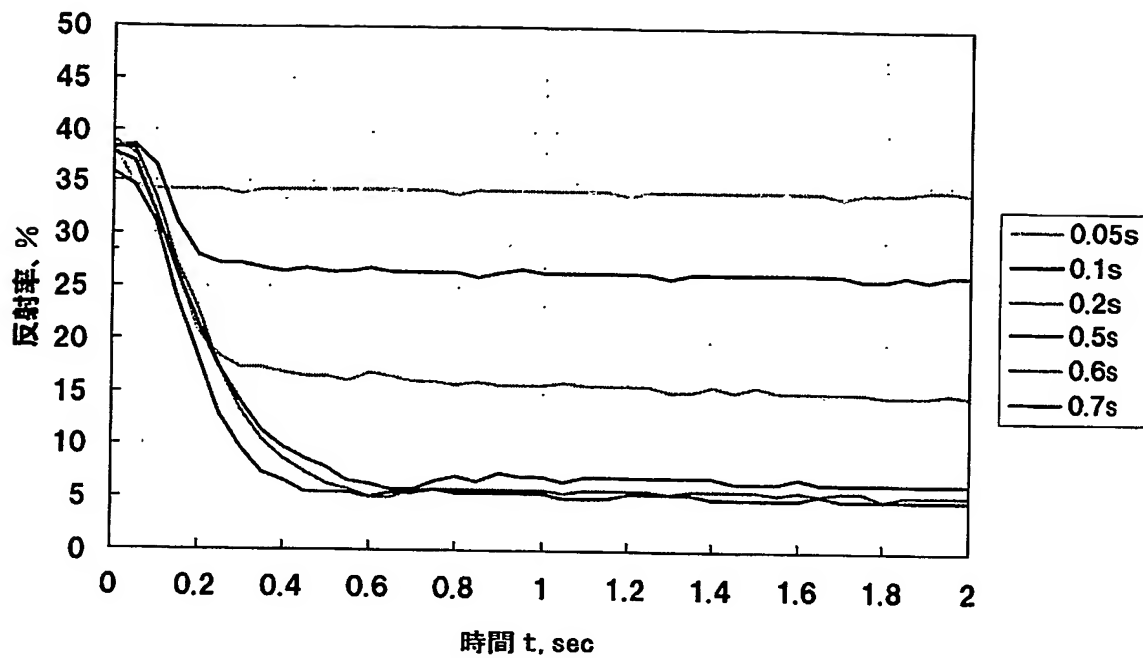
【図 7】



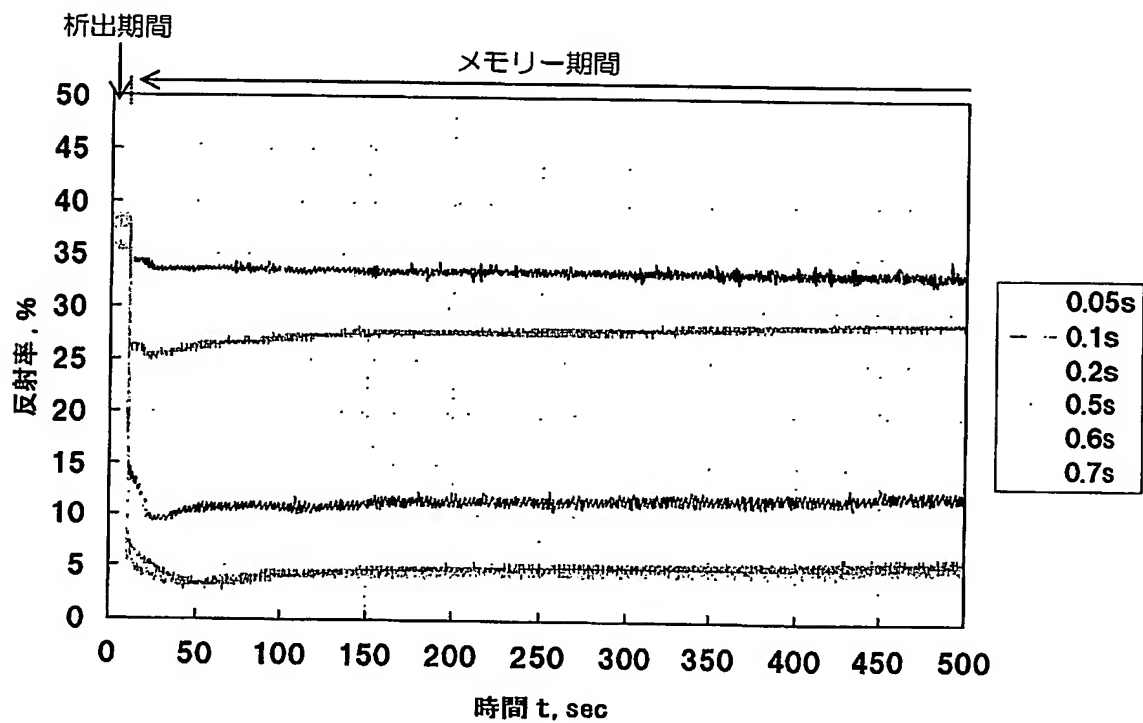
【図 8】



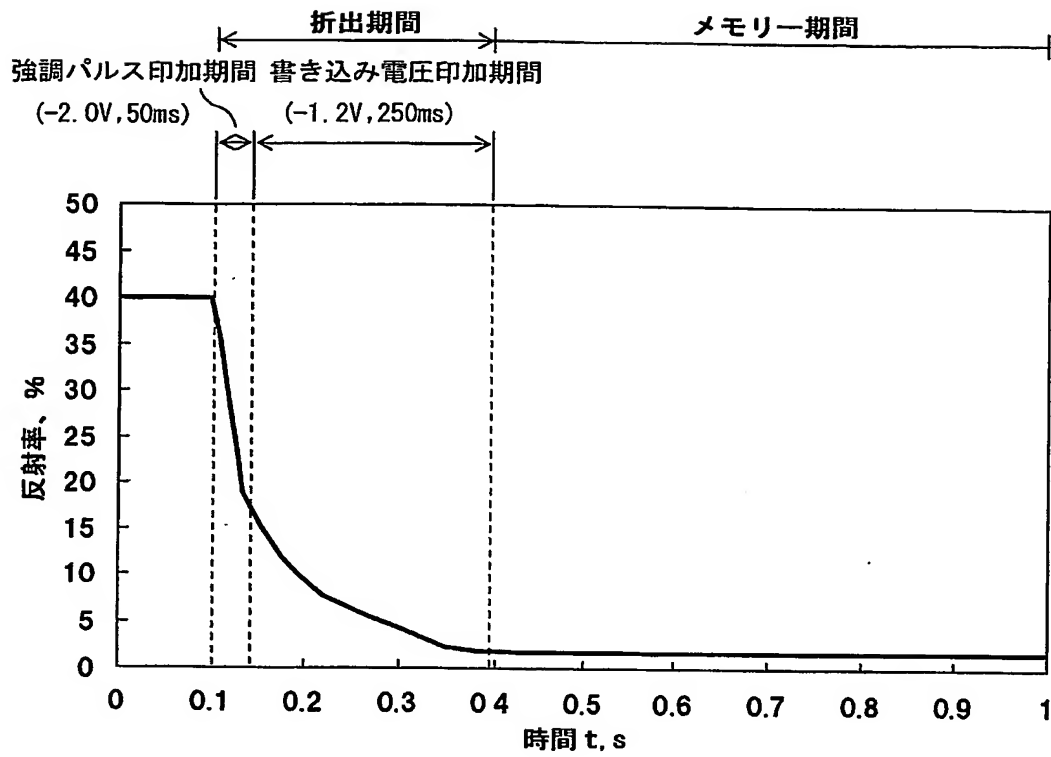
【図 9】



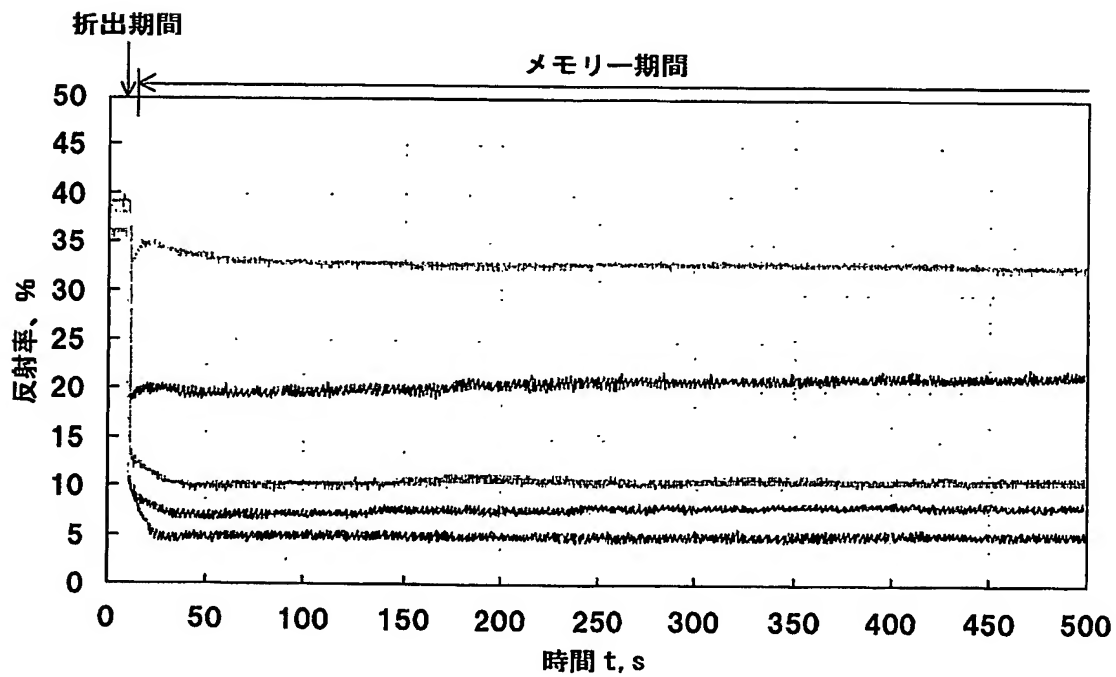
【図 10】



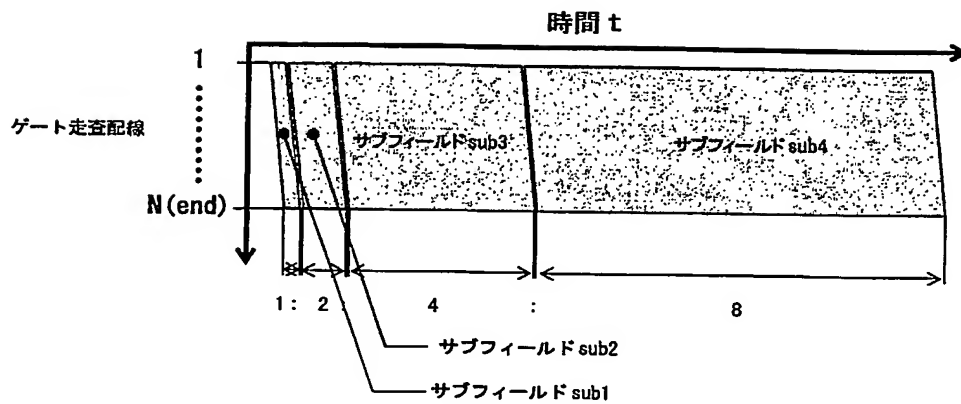
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 時間変化による表示濃度の劣化を抑制し、優れた表示特性を実現することが可能な電気化学表示装置およびその駆動方法を提供する。

【解決手段】 各画素において画素電極に電圧を印加し、金属を析出、溶解させて画像を表示するに際し、画素電極に書込電圧を加える時間を制御して階調表示を行う。このとき、書込電圧により画素に流れる電流密度が  $50 \text{ mA/cm}^2$  以下となるように設定し、書込電圧を印加する時間を複数のサブフィールドに分割し、各サブフィールドにおいて電圧を印加するか否かを選択することで書込電圧を加える時間の制御を行う。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 3 9 1 0 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**